

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-223846

(43)公開日 平成9年(1997)8月26日

(51)Int.Cl.*

H01S 3/18
3/043

識別記号

府内整理番号

F I

H01S 3/18
3/04

技術表示箇所

S

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全5頁)

(21)出願番号

特願平8-28840

(22)出願日

平成8年(1996)2月16日

(71)出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72)発明者 山田 孝夫

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化
学工業株式会社内

(72)発明者 中村 修二

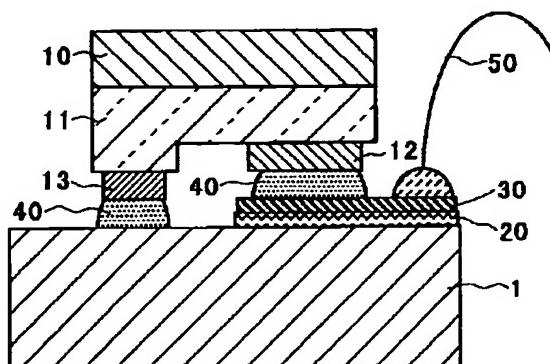
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化
学工業株式会社内

(54)【発明の名称】 穀化物半導体レーザ素子

(57)【要約】

【目的】 穀化物半導体よりなるレーザチップをヒートシンク、サブマウント等にボンディングするにあたり、主として、チップの放熱が十分に行われるレーザ素子の新規な構造を提供して、素子寿命を向上させ、連続発振できるようにすると共に、レーザ素子の信頼性を向上させる。

【構成】 同一面側に正負一対の電極を有するレーザチップが、支持体にフェイスダウンでボンディングされるなるレーザ素子であって、前記支持体の表面には絶縁膜が形成されると共に、その絶縁膜の表面にリード電極が形成されており、前記レーザチップの少なくとも一方の電極が前記リード電極にボンディングされていることにより、金属製の支持体を用いることができるため、放熱性が高まる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 同一面側に正負一対の電極を有するレーザチップが、支持体にフェイスダウンでポンディングされてなるレーザ素子であって、前記支持体の表面には絶縁膜が形成されると共に、その絶縁膜の表面にリード電極が形成されており、前記レーザチップの少なくとも一方の電極が前記リード電極にポンディングされていることを特徴とする窒化物半導体レーザ素子。

【請求項2】 前記レーザチップは、支持体のポンディング面に対して、ほぼ水平になるようにポンディングされていることを特徴とする請求項1に記載の窒化物半導体レーザ素子。

【請求項3】 絶縁膜の厚さ、若しくはリード電極の厚さ、または支持体の厚さの内の少なくとも一つが調整されて、レーザチップが水平にポンディングされていることを特徴とする請求項2に記載の窒化物半導体レーザ素子。

【請求項4】 前記レーザチップの電極間に跨れた支持体の表面には、凹状の溝が形成されていることを特徴とする請求項1ないし請求項3の内のいずれか一項に記載の窒化物半導体レーザ素子。

【請求項5】 前記絶縁膜が、支持体のポンディング面から溝の内部に連続して形成されていることを特徴とする請求項4に記載の窒化物半導体レーザ素子。

【請求項6】 前記リード電極は、ポンディング面と対向する支持体の表面まで連続して形成されていることを特徴とする請求項1ないし請求項5の内のいずれか一項に記載の窒化物半導体レーザ素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は窒化物半導体 ($In_xAl_yGa_{1-x-y}N$, $0 \leq x, y \leq 1$) よりなるレーザ素子に関する。

【0002】

【従来の技術】紫外～青色の領域に発光するレーザ素子の材料として窒化物半導体が知られており、本出願人は、最近この材料を用いてパルス電流において、室温でのレーザ発振を発表した。(例えば、Jpn.J.Appl.Phys. Vol35 (1996) pp.L74-76)

【0003】窒化物半導体は一般にサファイア、スピネルのような絶縁性基板の上に成長されることが多い。そのためレーザチップの電極は半導体層側から正負一対の電極が取り出されたいわゆるフリップチップ形式となる。フリップチップ形式のレーザチップはヒートシンク、サブマウント、システム等の熱伝導率の良い支持体にポンディングされてレーザ素子とされる。ポンディング手法にはチップの電極と支持体とが対向するようにしたフェースダウンポンディングと、チップの基板と支持体とが対向するようにしたフェースアップポンディングとの2種類の手法がある。

2

【0004】前記したように窒化物半導体が成長される基板は、総じて絶縁性のものが多く、また熱伝導率も低いものが多い。熱伝導率の低い基板をフェースアップでポンディングすると、発熱が基板を通じて支持体に十分伝導せず、チップ寿命を著しく短くしてしまう。

【0005】一方、電極とフェースダウンでポンディングを行うと、支持体に正電極部と、負電極部とを設ける必要があり、そのために絶縁性の支持体が多く採用される。絶縁性の支持体は、一般に金属よりなる支持体に比較して熱伝導率が悪い。このためチップの放熱が十分に行えず、素子寿命を低下させてしまう。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】レーザチップはチップの発熱が支持体を介して十分に放熱される必要がある。特に窒化物半導体よりなるレーザチップは紫外、青色等の高エネルギー光を放出するため、赤色、赤外等の半導体レーザに比べて、非常に発热量が大きい。従来のパルス発振から、連続発振に進歩させるためには、チップの放熱の問題が非常に重要である。従って本発明はこのような事情を鑑みて成されたものであって、その目的とするところは、窒化物半導体よりなるレーザチップを例えればヒートシンク、サブマウント等にポンディングするにあたり、主として、チップの放熱が十分に行われるレーザ素子の新規な構造を提供して、素子寿命を向上させ、連続発振できるようにすることにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明のレーザ素子は、同一面側に正負一対の電極を有するレーザチップが、支持体にフェースダウンでポンディングされてなるレーザ素子であって、前記支持体の表面には絶縁膜が形成されて、その絶縁膜の表面にリード電極が形成されており、前記レーザチップの少なくとも一方の電極が前記リード電極にポンディングされていることを特徴とする。

【0008】前記レーザチップは、支持体のポンディング面に対して、ほぼ水平になるようにポンディングされていることを特徴とする。水平にポンディングするには、絶縁膜の厚さ、若しくはリード電極の厚さ、または支持体の厚さの内の少なくとも一つが調整されていることが望ましい。

【0009】またレーザチップの電極間に跨れた支持体の表面には、凹状の溝が形成されていることを特徴とする。溝が形成されている場合、絶縁膜は、支持体のポンディング面から溝の内部に連続して形成されていることが望ましい。

【0010】さらにリード電極は、ポンディング面と対向する支持体の表面まで連続して形成されていることを特徴とする。

【0011】

【作用】本発明のレーザ素子では、支持体にフェースダウンでポンディングされているため、チップの発熱が熱

3

伝導性の良い電極を通って支持体に伝わるため、放熱効率がよい。さらに支持体表面に形成された絶縁膜は、同一面側に電極が設けられたチップの電極間のショートを防止すると共に、支持体にAl、Au、Cu等の導電性材料、およびSi、GaN等の半導体材料の使用が可能となる。このため支持体に熱伝導率の高い材料が使用できるため、チップの放熱が非常に良くなる。また絶縁性の支持体表面がメタライズされたものも使用可能となる。

【0012】さらに、レーザチップは支持体のボンディング面に対して、ほぼ水平になるようにボンディングされていることより、レーザ光の出射位置が一定しているため、レーザ光をレンズ等で集光する場合にも、レンズ位置を容易に設定できる。

【0013】チップの水平を調整するためには、前記した絶縁膜の厚さ、リード電極の厚さ、または支持体の厚さの内の少なくとも一つを調整することが望ましい。例えば絶縁膜、リード電極、支持体の厚さは一定の膜厚で形成することが容易であり、ダイボンダーの圧力によりその厚さが変化することはない。これらの厚さを変えることにより、チップが安定した位置、角度でボンディングできるため、レーザ素子製造が容易にできるようになり生産性が向上する。

【0014】さらに、レーザチップの電極間に跨れた支持体の表面には、凹状の溝が形成されていることにより、電極間のショートを防止することができる。同一面側に正と負の電極が形成されたレーザチップは、通常半田、導電性ペースト等の導電性接着剤でフェースダウンボンディングされる。導電性材料が過熱された状態で、チップをダイボンドすると、過剰の導電性材料があれば、その過剰の導電性材料が片方の電極に接触するとチップ間でショートする恐れがある。しかし、本発明のように両電極が跨る箇所の支持体に凹状の溝を形成すると、過剰の導電性材料が他の電極に接触しにくくなるので、レーザ素子の信頼性が向上する。

【0015】また、リード電極は、ボンディング面と対向する支持体の表面まで連続して形成されると、支持体を他の部材と接続する際に、ワイヤーボンディングせず、直接ダイボンドできるため、さらに放熱の効率が良くなる。

【0016】

【発明の実施の形態】図1は本発明のレーザ素子の一構造を示す模式的な模式的な断面図であり、1が支持体、20は絶縁膜（以下、第一の絶縁膜という。）、30が第一のリード電極（以下、第一のリード電極といふ。）、チップ側は10が基板、11はレーザ発振する窒化物半導体層、12および13は同一面側の窒化物半導体層に設けられた互いに極性の異なる電極、詳しく述べると12はn層側の負電極、13はp層側の正電極である。この図に示すようにレーザチップは電極面側が支

10

4

持体面側と対向するフェースダウンの状態で、半田、銀ペースト等の導電性接着剤40を介してダイボンドされている。なおこの図では負電極12側は金線50によりワイヤーボンディングされている。

【0017】レーザチップの基板10には、サファイア、スピネル等の絶縁性基板の他、GaN、Si、SiC等の導電性基板も使用できるが、一般的にはサファイアが使用されている。窒化物半導体層11は基本的にn型コンタクト層、n型光閉じこめ層、活性層、p型光閉じこめ層、p型コンタクト層が積層されたダブルヘテロ構造を有しており、同一面側から電極を取り出すために、p型コンタクト層、p型光閉じこめ層、活性層およびn型光閉じこめ層の一部がエッチングにより除去されて、n型コンタクト層が露出されている。正電極13は最上層のp型コンタクト層に設けられ、負電極12はエッチングにより露出されたn型コンタクト層の表面に設けられている。この構造はLEDでも同様である。

20

【0018】支持体1とは、例えばサブマウント、ヒートシンク、システム等、レーザチップをダイボンドする全ての部材を指し、Al、Cu、Ag等の熱伝導率の高い金属性材料の他、Si、Ge等の半導体材料を用いることもできる。またこの他、ダイアモンド、BN、AlN等の半絶縁性材料で表面がメタライズされたものも使用することができるが、好ましくは金属材料を用いる。なお、図1の支持体は金属より成っているため、正電極13に対応する外部電極は、負電極12のようにワイヤーボンドで取り出す必要なく、支持体1のどの場所から取り出しても良く、例えば支持体1を直接他の部材にダイボンドすることもできる。

30

【0019】第一の絶縁膜20は、例えばSiO₂、Al₂O₃等の酸化物、Si₃N₄等の窒化物、MgF₂等のハロゲン化物等を好ましく形成することができ、これらの絶縁材料をスパッタリング、蒸着等の気相製膜装置を用いて形成することができる。またこの他ポリエチレン、ポリプロピレン等の有機物を形成しても良い。第一の絶縁膜20の膜厚は特に問うものではないが、この図に示すように窒化物半導体の形状に合わせた膜厚で形成して、チップが支持体に対して水平となるようにすることが望ましく、例えば数百オングストローム～十数μmの膜厚で形成することが望ましい。絶縁膜の膜厚は使用する材料の熱伝導率によって適宜変更することができる。

40

さらに、第一の絶縁膜20は負電極12に対応する支持体の表面に形成することが好ましい。なぜなら、窒化物半導体はn層の抵抗率よりも、p層の抵抗率が高いことが多く、また活性層はp層とn層との間の狭い領域にある。従って、p層側の発熱量の方がn層側より大きい傾向にあるため、p層側に絶縁膜を形成すると、形成しないものに比較して放熱効率は悪くなる傾向にある。

50

【0020】第一の絶縁膜20の表面に形成されている第一のリード電極30は、負電極12と電気的に接続さ

5

れて、外部から例えばワイヤーボンド、ダイボンド等の電極接続手段を達成するために形成されるものであって、パターンメタライズされた線状の電極はもちろんのこと、第一の絶縁膜20の表面のほぼ全面に形成された面状の電極でも良い。

【0021】さらに、図1のレーザチップは、支持体1の表面に形成された第一の絶縁膜20と第一のリード電極30とにより、支持体1のポンディング面とほぼ水平となっている。具体的には、正電極13に対応する支持体1の表面には第一の絶縁膜20が形成されず、負電極12に対応する支持体1の表面に第一の絶縁膜20が形成されることにより水平が調整されている。
10

【0022】このように、同一面側に電極が形成されたレーザチップの電極を、第一の絶縁膜20の上に第一のリード電極30が形成された支持体1とフェースダウンでダイボンドすると、チップの発熱は導電性接着剤40を介して支持体1に効率よく伝わる。しかも支持体1のポンディング面には第一の絶縁膜20を介してリード電極30が形成されているので、支持体1に熱伝導率の高い金属、半導体を使用することができ、放熱効果が高まる。

【0023】図2は本発明の他の実施例に係るレーザ素子の構造を示す模式的な断面図であり、図1と同一符号は同一部材を示している。このレーザ素子が図1のレーザ素子と異なる点は以下の通りである。

【0024】まず支持体1のポンディング面には、正電極13に対応する絶縁膜21（以下、第二の絶縁膜という。）が形成され、第二の絶縁膜21の表面にリード電極31（以下、第二のリード電極という。）が形成されている。しかも第一の絶縁膜20を第二の絶縁膜21よりも厚く形成することにより、レーザチップを水平にしている。
30

【0025】次に、第一のリード電極30を支持体1の裏面、つまりポンディング面と反対側の面まで形成していることにより、裏面まで形成された第一のリード電極30を他の部材に直接ダイボンドできる。このように、片方の電極をワイヤーボンディングし、もう一方の電極をダイレクトポンディングする構造のレーザ素子は、従来の赤色半導体レーザ、赤外半導体レーザで用いられている製造装置がそのまま使用できるので生産技術上都合がよい。

【0026】さらに、レーザチップの負電極12と正電極13とが跨った箇所にある支持体1の表面に凹状の溝60を形成している、この溝60は過剰の導電性接着剤40のはみ出しによる電極間のショートを防止している。溝60は支持体1をウェットエッチング、若しくはドライエッティングすることで形成可能である。また電極間のショートをさらに防止するためには、後に示す図3のように溝60の内部にまで絶縁膜を形成することが最も好ましい。

6

【0027】図3も本発明の他の実施例に係るレーザ素子の構造を示す模式的な断面図である。この素子が本発明の他のレーザ素子と異なるところは、まずチップを水平にするために、支持体1の厚さが、負電極12に対応する部位と、正電極13に対応する部位とで異なるようしているところである。つまり支持体1の厚さを調整することにより、支持体1に段差を設けてチップを水平にしている。

【0028】次に、支持体1の表面に形成された第一の絶縁膜20、第一のリード電極30、および第二のリード電極31を支持体1のポンディング面と反対側の面まで連続して形成している。このようにするとワイヤーボンディングなしに、支持体を他の部材にダイレクトポンディングできるため、素子の放熱性は最も良くなる。しかも、正電極13側の第二のリード電極31が支持体1に直接接しているので放熱効果も大きい。また、レーザチップの大きさが数百 μm 角であるのに対し、支持体1の大きさはチップに比べて数倍大きい。従って、チップのみをフェースダウンポンディングするには、非常に細かい作業を必要とするが、支持体をポンディングするにはそのサイズが大きくなっているため、細かい作業を必要とせずにポンディングできるので歩留まりも向上する。
20

【0029】次に、先にも述べたように、負電極12と正電極13とが跨った支持体1の表面に形成された溝60の内部に、第一の絶縁膜20を形成している。この図では第一の絶縁膜20を溝の内部に形成しているが、第二の絶縁膜21でもよいことは云うまでもない。また、第一の絶縁膜20、第二の絶縁膜21を一体と成して連続して形成しても良い。このように溝60の内部まで絶縁膜を形成すると、いずれの導電性材料がはみ出してきてもショートすることができないので、素子の信頼性が向上する。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のレーザ素子は、同一面側に電極が形成されたレーザチップの電極を、支持体とフェースダウンでダイボンドしているので、チップの発熱は支持体に効率よく伝わる。しかも支持体のポンディング面には絶縁膜を介してリード電極が形成されているので、支持体に熱伝導率の高い金属、半導体を使用することができ、放熱効果が高まる。従ってレーザ素子の寿命を長くすることができ、連続発振が可能となる。また本発明の他の要件を備えていることにより、レーザ光の出射位置の安定化をはかることができ、また電極間もショートしにくくなるため素子の信頼性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例に係るレーザ素子の構造を示す模式的な断面図。

50 【図2】 本発明の他の実施例に係るレーザ素子の構造

7

8

を示す模式的な断面図。

【図3】 本発明の他の実施例に係るレーザ素子の構造
を示す模式的な断面図。

【符号の説明】

- 1 ····· 支持体
- 10 ····· 基板
- 11 ····· 硅化物半導体層

12、13 ····· 電極

20、21 ····· 絶縁膜

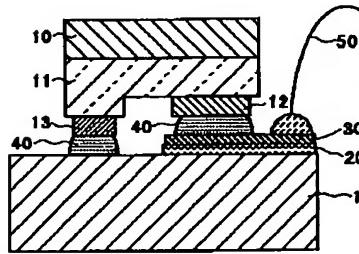
30、31 ····· リード電極

40 ····· 導電性接着剤

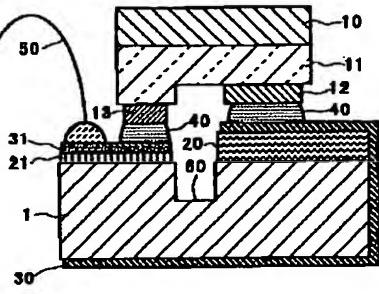
50 ····· 金線

60 ····· 溝

【図1】



【図2】



【図3】

